

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BARCELONA  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**Trabajo de Investigación  
Máster oficial en investigación en Ciencia Animal y de los  
Alimentos**

**La vigilancia de Triquina en España: Situación actual y  
valoración de un sistema alternativo**

**Autor:  
Zaida Liliana Cárdenas Contreras**

**Directores:  
Jordi Casal i Fàbrega  
Sebastián Napp Avelli**

**Barcelona, 2012**

Jordi Casal i Fàbrega, catedrático del Departamento de Sanitat i d'Anatomia Animals de la Facultat de Veterinària de la Universitat Autònoma de Barcelona, y Sebastián Napp Avelli investigador del Centre de Recerca en Sanitat Animal (CReSA)

***INFORMAN***

Que el trabajo de investigación titulado: “La vigilancia de Triquina en España: Situación actual y valoración de un sistema alternativo” ha sido realizado bajo nuestra supervisión o tutela por la Sra. Zaida Liliana Cárdenas Contreras dentro de la especialidad de Ciencias de los Alimentos del Máster de Investigación en Ciencia Animal y de los Alimentos de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Bellaterra, 3 de septiembre de 2012

## **Agradecimientos**

Agradezco de manera especial a mi director de máster Jordi Casal y a mi codirector Sebastian Napp, y a su grupo de investigación en el área de epidemiología del CReSA, por su disponibilidad, apoyo y por el constante aprendizaje brindado en esta área.

También, quiero agradecer enormemente a Dios y a mi familia por haberme apoyado y dado la oportunidad de continuar mis estudios de posgrado en la Universidad Autónoma de Barcelona.

Agradezco a mis amigos que de una u otra manera hicieron que mi estancia en Barcelona, fuera una experiencia agradable y única.

## Tabla de Contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>7</b>
<b>Summary .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>9</b>
1.1 Historia.....	9
1.2 Etiología .....	9
1.2.3 Hospedadores .....	10
1.3 Epidemiología .....	11
1.3.1 Ciclo selvático.....	11
1.3.2 Ciclo doméstico .....	12
1.3.3 Interacción entre ciclo doméstico y ciclo selvático .....	12
1.4 Triquinelosis en humanos .....	13
1.5 Distribución de <i>Trichinella spp.</i> en Europa y España .....	13
1.5.1 Cerdos.....	13
1.5.2 Jabalíes de granja.....	14
1.5.3 Jabalíes silvestres .....	14
1.5.4 Otros animales silvestres .....	15
1.5.5 Situación actual de <i>Trichinella spp.</i> en humanos en Europa y España .....	16
1.6 Vigilancia y legislación .....	17
1.7 Revisión de las opiniones de la agencia europea de seguridad alimentaria (EFSA)	
<i>Trichinella spp.</i> en Europa y España (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b).....	18
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
2.2 Objetivo General.....	20
2.3 Objetivos específicos .....	20
<b>3. Materiales y Métodos .....</b>	<b>21</b>
3.1 Análisis comparativo de prevalencia entre Europa y España de casos reportados de Triquina.....	21
3.2 Análisis de los casos de Triquina que se han diagnosticado en las distintas Comunidades Autónomas en los últimos años (2009-2010).....	21
3.3 Valoración del estatus sanitario para Triquina en la producción porcina industrial de España. ....	22
3.4 Estimación del número de muestras anuales para el monitoreo de Triquina en cerdos industrializados.....	27
<b>4. Resultados. ....</b>	<b>29</b>
4.2 Análisis de los casos de Triquina que se han diagnosticado en las distintas Comunidades Autónomas en los últimos años (2009-2010).....	30
4.3 Demostración de estatus sanitario para Triquina en España. ....	35
4.4 Estimación del número de muestras anuales para el monitoreo de Triquina en cerdos industrializados.....	37
<b>5. Discusión .....</b>	<b>38</b>
<b>6. Conclusiones .....</b>	<b>40</b>
<b>7. Referencias.....</b>	<b>41</b>



## Tablas

<b>Tabla 1.</b> Genotipos, características biológicas y distribución geográfica de especies de <i>Trichinella spp.</i> .....	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en España y Unión Europea para los años 2007 a 2010 en cerdo doméstico, jabalíes de granja y jabalíes silvestres.....	<b>29</b>
<b>Tabla 3.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en España y Unión Europea para los años 2007 a 2009 en zorros y otros animales silvestres. ....	<b>30</b>
<b>Tabla 4.</b> Casos confirmados de <i>Trichinella spp.</i> por cada 100000 habitantes en España y Unión Europea para los años 2008-2009. ....	<b>30</b>
<b>Tabla 5.</b> Casos presentados de <i>Trichinella spp.</i> en Comunidades Autónomas en cerdos sacrificados en matadero en los años 2009-2010. ....	<b>31</b>
<b>Tabla 6.</b> Casos presentados de <i>Trichinella spp.</i> en Comunidades Autónomas en cerdos de matanza domiciliaria en los años 2009-2010. ....	<b>32</b>
<b>Tabla 7.</b> Casos presentados de <i>Trichinella spp.</i> en Comunidades Autónomas en jabalíes en los años 2009-2010.....	<b>33</b>
<b>Tabla 8.</b> Casos presentados de <i>Trichinella spp.</i> en Comunidades Autónomas en humanos en los años 2009-2010.....	<b>34</b>
<b>Tabla 9.</b> Número de muestras a analizarse anualmente en una población de 32196417, con cuatro SSe diferentes. ....	<b>37</b>

## Figuras

<b>Figura 1.</b> Distribución en la Unión Europea de <i>Trichinella spp.</i> en cerdos, 2007-2009.....	<b>14</b>
<b>Figura 2.</b> Distribución en la Unión Europea de <i>Trichinella spp.</i> en Jabalíes cazados, 2007-2009.....	<b>15</b>
<b>Figura 3.</b> Distribución en la Unión Europea de <i>Trichinella spp.</i> en animales silvestres, 2007-2009.....	<b>16</b>
<b>Figura 4.</b> Tasas de notificación en la Unión Europea de triquinosis en humanos (por cada 100000 habitantes), 2007-2009. ....	<b>17</b>
<b>Figura 5.</b> Esquema con las distintas probabilidades que se pueden presentar según la situación real de un animal y los resultados del test diagnóstico .....	<b>24</b>

<b>Figura 6.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en cerdos sacrificados en matadero en España, clasificado por Comunidades Autónomas.....	<b>31</b>
<b>Figura 7.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en cerdos matanza domiciliaria en España, clasificado por Comunidades Autónomas.....	<b>33</b>
<b>Figura 8.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en cerdos sacrificados en Jabalíes en España, clasificado por Comunidades Autónomas.....	<b>34</b>
<b>Figura 9.</b> Prevalencia de <i>Trichinella spp.</i> en humanos en España, clasificado por Comunidades Autónomas. ....	<b>35</b>
<b>Figura 10.</b> Probabilidad de una población ser libre de infección en un diseño de prevalencia $P^*$ en un sistema de vigilancia en curso por un periodo de 12 años. ....	<b>35</b>
<b>Figura 11.</b> Probabilidad de que la población de cerdos criados en granjas industriales esté libre de triquina (PostPFree ajustado) correspondiente al último año bajo estudio (2010). ....	<b>36</b>

## **Resumen**

La Triquina es un parásito de gran importancia ya que se distribuye a nivel mundial y es causante de una zoonosis alimentaria. Actualmente, en España se aplica una vigilancia basada en el análisis de todos los cerdos que van al consumo. En este trabajo, se ha revisado la prevalencia de triquina en humanos, cerdos domésticos, jabalíes y otros animales silvestres en España y en Europa. Debido a que no se han reportado casos en la población de cerdos industrializados durante los últimos 25 años, se procedió a aplicar un modelo probabilístico, que permitió demostrar el estatus de ausencia de Triquina durante los 12 años analizados (1999-2010) con una probabilidad de entre 0.887 y 0.998 dado que esta probabilidad es muy baja, se puede recomendar el testaje de una muestra de toda la población de cerdos criados en intensivo, lo que permitiría reducir los costos. Por otro lado, los animales con riesgo alto (jabalíes, cerdos de traspatio, cerdos criados al aire libre y cerdos procedentes de granjas orgánicas) deberían continuar bajo la vigilancia actual, debido a que el parásito en esta población aun está presente.

## **Summary**

Trichinella is an important parasite due both its worldwide distribution and foodborne. Currently, Spain applies surveillance based on analysis in all pigs intended for consumption. In this research the prevalence of trichinella in humans, pigs, wild boars and other wild animals in Spain and Europe has been reviewed. Because there are not reported cases in commercial pig populations during the last 25 years, a probabilistic model to demonstrate the absence of trichinella was applied. This model demonstrated the absence status of trichinella during 12 years analyzed (1999-2010) with a probability between 0.887 and 0.998. Due the low probability values, it is recommended the analyses of intensive pig-breeding entire population sample in order to reduce costs. Furthermore, high risk pig populations (pigs, backyard pigs, outdoors pigs reared and pigs from organic farms) should continue under the current surveillance, because the parasite in these populations is still present.

## **Significados de abreviaturas, acrónimos, nombre de variables y otros términos**

Sp	Especificidad
EFSA	European Food Safety Authority
D	Número mínimo esperado de enfermos en la población
TP	Periodo de tiempo
Pos	Positivos, animales con resultados positivos al test diagnostico
Prev	Prevalencia
P*	Prevalencia que se fija como límite de detección
Pr	Probabilidad
Prior P(inf)	Probabilidad de que la población esté inicialmente infectada
Prior P(free)	Probabilidad de que la población esté inicialmente libre de infección
Pintro	Probabilidad de que se introduzca la infección en una población
PostPFree	Probabilidad posterior (final) de ser una población libre de infección
Post P(inf)	Probabilidad posterior que la población este infectada
Se ó S	Sensibilidad
SSe	Sensibilidad del sistema de vigilancia
T	Test
VPN	Valor predictivo de los negativos

## 1. Introducción

### 1.1 Historia

El descubrimiento del parásito y la asignación del nombre de *Trichinella spiralis* fue realizado en 1835 por Sir Richard Owen, quien era un anatomista, paleontólogo inglés. En España, la Triquinelosis fue descrita por primera vez en 1862 y el primer brote en España se produjo en 1876 en Valencia, debido al consumo de carne de cerdo parasitada. Por otra parte, la legislación española fue la primera en instituir de manera obligatoria la inspección triquineloscópica de la carne porcina con destino al consumo público (Rojo, 2008).

### 1.2 Etiología

La Triquinelosis es una enfermedad zoonótica causada por nematodos perteneciente al género *Trichinella* (Pozio y Murrel, 2006). Actualmente se describen once genotipos (Tabla 1), que se encuentran ampliamente distribuidos por todo el mundo, a excepción de la Antártida (Pozio y Zarlenga, 2005).

**Tabla 1.** Genotipos, características biológicas y distribución geográfica de especies de *Trichinella* spp.

Genotipo	Especie	Huésped	Cápsula	Ciclo	Distribución geográfica
T1	<i>Trichinella spiralis</i>	Mamíferos	Si	Doméstico y selvático	Mundial
T2	<i>Trichinella nativa</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Mundial
T3	<i>Trichinella britovi</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Europa, Asia, África occidental
T4	<i>Trichinella pseudospiralis</i>	Mamíferos, aves	No	Selvático	Mundial
T5	<i>Trichinella murrelli</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Norte América
T6	<i>Trichinella T6</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Norte América
T7	<i>Trichinella nelsoni</i>	Mamíferos	Si	Selvático	África del este
T8	<i>Trichinella T8</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Sur África, Namibia
T9	<i>Trichinella T9</i>	Mamíferos	Si	Selvático	Japón
T10	<i>Trichinella papuae</i>	Mamíferos, reptiles	No	Selvático	Nueva Guinea
T11	<i>Trichinella zimbabwensis</i>	Mamíferos, reptiles	No	Selvático	Zimbabue

Fuente: (Gajadhar, 2006; Rodriguez *et al*, 2004)

*Trichinella spiralis* y *Trichinella britovi* son las especies más frecuentes en Europa en animales domésticos y salvajes:

- a. ***Trichinella spiralis***. es el agente etiológico de la mayoría de las infecciones por *Trichinella* y es la causa más frecuentes de muertes en seres humanos en todo el mundo. La patología que provoca es más grave que la de otras especies del género *Trichinella* debido al alto número de larvas que produce (Pozio y Murrel, 2006).

Esta especie se encuentra presente en carnívoros y omnívoros silvestres de regiones templadas y tropicales, mientras que en regiones frías no se transmite o se transmite sólo en raras ocasiones (Pozio, 2001; Pozio y Murrel, 2006).

*T. spiralis* es la especie que mejor se adapta a cerdos domésticos y dentro de los principales reservorios en el ciclo selvático se encuentra el jabalí (Pozio *et al.*, 2008). También las ratas sinantrópicas pueden pasar a formar parte del ciclo del parásito (Pozio y Murrel, 2006; Gottstein *et al.*, 2009).

- b. ***Trichinella britovi***. es la segunda especie de *Trichinella* más relevante desde el punto de vista de la salud humana (Gottstein *et al.*, 2009). Es la *Trichinella* con más amplia distribución en animales silvestres, su capacidad reproductiva es más baja que la de *T. spiralis*, por tanto los síntomas suelen ser menos importantes (Pozio y Murrel, 2006; Gottstein *et al.*, 2009).

El principal reservorio de *T. britovi* es el zorro y ha sido también detectada en caballos (Pozio y Murrel, 2006; Pozio, 2001) y en cerdos domésticos, principalmente en sistemas extensivos cuando tienen acceso a restos de carroña procedentes de carnívoros silvestres (Pozio y Murrel, 2006; Pozio, 2001).

### 1.2.3 Hospedadores

Se han descrito infecciones naturales en 150 especies pertenecientes a 12 Ordenes: Marsupialia, Insectívora, Edentata, Chiroptera, Lagomorpha, Rodentia, Cetácea, Carnívora, Perisodáctila, Artiodactyla, Tylopoda y Primates (Pozio, 2005).

Los principales hospedadores de *T. spiralis* son los cerdos domésticos y los de *T. britovi* son los jabalíes y zorros, mientras que los caballos y las ratas pueden infectarse por ambas.

### 1.3 Epidemiología

*Trichinella spp.* presenta un ciclo de vida directo, en el que todos los estados ocurren en el interior del hospedador. Cuando la carne infectada con larvas es consumida por un hospedador, éstas son liberadas por la digestión en el estómago, madurando en el intestino delgado hasta alcanzar el estadio adulto. Posteriormente, las hembras adultas generan larvas que migran a través del sistema sanguíneo para ubicarse en el músculo esquelético del huésped. La ubicación depende del hospedador en el cerdo se localiza preferentemente en el diafragma, la lengua, los músculos maseteros y abdominales, mientras que en los caballos, son más frecuentes en los músculos de la lengua y maseteros. En la mayoría de los casos, a excepción de *T. pseudoespiralis*, *T. papuae* y *T. zimbabwensis*, se crea una cápsula de colágeno alrededor del parásito. La larva sobrevive de 3 a 5 años, o en algunos casos durante periodos más largos. El ciclo se cierra cuando la carne infectada es consumida por otro huésped (OIE, 2008; Pozio *et al.*, 2008).

#### 1.3.1 Ciclo selvático

Se encuentra ampliamente distribuido, ubicándose desde zonas frías a zonas cálidas. Todos los genotipos de *Trichinella* han sido hallados en silvestres, aunque *T. spiralis* se ha encontrado con menor frecuencia. En algún caso, se han hallado dos especies diferentes de *Trichinella* en un mismo huésped. En particular, en España *T. britovi* es el genotipo único presente en el ciclo selvático; los principales huéspedes son jabalíes y zorros; este ciclo está estrechamente vinculado con comportamientos carroñeros y de canibalismo (Pozio, 2000).

En este ciclo, uno de los factores biológicos más importantes que promueven la transmisión es la capacidad de las larvas de sobrevivir en cadáveres descompuestos o carroña (Pozio, 2000; Gottstein *et al.*, 2009). La alta humedad y bajas temperaturas durante las estaciones de otoño e invierno, favorecen la supervivencia de la larva y favorecen la transmisión de *Trichinella* en el ciclo selvático (Pozio y Zarlenga, 2005; Pozio *et al.*, 2008).

### 1.3.2 Ciclo doméstico

En el ciclo doméstico el agente etiológico más común es *T. spiralis*, que se adapta muy bien a los cerdos (Pozio y Murrel, 2006). Este ciclo se relaciona con la alimentación de cerdos con restos de carne de cerdo, ingestión de cadáveres de cerdos muertos que no son eliminados de la granja y transmisión a través de animales sinantrópicos (Pozio, 2001; Gottstein *et al.*, 2009).

En el caso de los caballos, al ser animales herbívoros, las infecciones pueden estar relacionadas con prácticas inadecuadas como es la contaminación del alimento con despojos de animales infectados. El caballo puede actuar más como una especie de riesgo para la transmisión de *Trichinella spp.* a humanos que como un reservorio, debido a que las larvas sobreviven por corto tiempo en los músculos de este animal (Pozio, 2005; Pozio y Murrel, 2006).

### 1.3.3 Interacción entre ciclo doméstico y ciclo selvático

El ciclo doméstico y el ciclo selvático, pueden desarrollarse de manera independiente o interactuar entre ellos (Gottstein *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2004). Determinados comportamientos humanos han contribuido a la diseminación de la infección tanto en el ciclo doméstico como en el ciclo selvático. Ejemplos de estos comportamientos son el consumo de caza, así como la cría de animales salvajes en cautividad (Pozio, 2000).

Las especies sinantrópicas (animales que comparten hábitat con el ser humano) también están involucradas en la interacción entre los dos ciclos de *Trichinella spp.*: ratas, zorros y gatos pueden actuar de puente entre el ciclo selvático y el ciclo doméstico, debido a la cercanía o contacto que pueden tener estos animales con granjas de cerdos, mataderos y poblaciones humanas (Pozio, 2000).

No está claro el papel que juegan los roedores en la transmisión de la *Trichinella spp.*, debido a su corto periodo de vida y la poca cantidad de carne que pueden ingerir, se piensa que pueden transmitir la infección, pero no actúan manteniendo el ciclo (Pozio, 2005).



## **1.4 Triquinelosis en humanos**

Las infecciones en humanos, se producen principalmente por consumo de carne cruda o mal cocida procedente de animales domésticos o animales de caza infectados, (Pozio, 2000; Gajadhar, 2006; Pozio y Murriel, 2006).

Las infecciones por *T. spiralis*, están relacionadas con el consumo de carne de cerdo de traspatio o cerdos criados en granjas orgánicas, los cuales están expuestos con frecuencia a residuos de carne o cadáveres de otros animales que puedan facilitar la infección (Pozio y Murrel, 2006). La gravedad de la Triquinelosis en humanos, depende del número de larvas consumidas (la ingestión de unas pocas larvas produce infecciones asintomáticas), del genotipo de *Trichinella* y del estado inmunitario del hospedador (Gajadhar, 2006). La gravedad de la enfermedad se debe a complicaciones cardíacas y neurológicas; las manifestaciones clínicas se caracterizan principalmente por un cuadro gastroentérico, con náuseas, diarrea y fiebre (Rodríguez *et al.*, 2004).

Por otro lado, cabe destacar que *T. britovi* también puede afectar a los humanos, generalmente por el consumo de carne de animales de caza (Pozio, 2000; Pozio y Murrel, 2006).

## **1.5 Distribución de *Trichinella spp.* en Europa y España**

### **1.5.1 Cerdos**

En el año 2009, Rumania fue el país de la Unión Europea donde se presentaron la mayoría de casos con un 68.6% del total, seguido de España con 14.9% y en tercer lugar Bulgaria con el 11.9%, y en menor porcentaje de casos Lituania y Polonia (ver Figura 1).

Rumanía también era el país con mayor presentación de casos en los años 2007 y 2008 (79.3% y 85.2% respectivamente del total), seguida de Polonia (13.3% y 5.9%) y España (6.6% y 6.5%) (EFSA, 2011).



Fuente: EFSA, 2011

**Figura 1.** Distribución en la Unión Europea de *Trichinella spp.* en cerdos, 2007-2009.

### 1.5.2 Jabalíes de granja

La presentación de *Trichinella spp.* en el año 2009, tuvo una mayor incidencia de casos en Francia (62.5%), seguido de Grecia (25%) y Austria (12.5%). En relación a los años 2008 y 2007 la presentación de los casos es menor, reportándose un solo caso en Bulgaria en 2008 y 24 casos en 2007. Sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los países reportaron información de casos (EFSA, 2011).

### 1.5.3 Jabalíes silvestres

La presentación de casos positivos en estos animales ha venido aumentando con el tiempo; en el año 2009 el total de los casos en la Unión Europea fue de 959, siendo Polonia el país con mayor incidencia con un 65.6%, seguido de España (10.8% ) y Lituania (9.0%), ver Figura 2.

De acuerdo a EFSA (2011), durante los años 2007 y 2008, se reportaron 426 y 908 respectivamente, manteniéndose los mismos países con mayor porcentaje de casos, Polonia (55.2% y 57.5%) y España (24.2% y 20.0%).



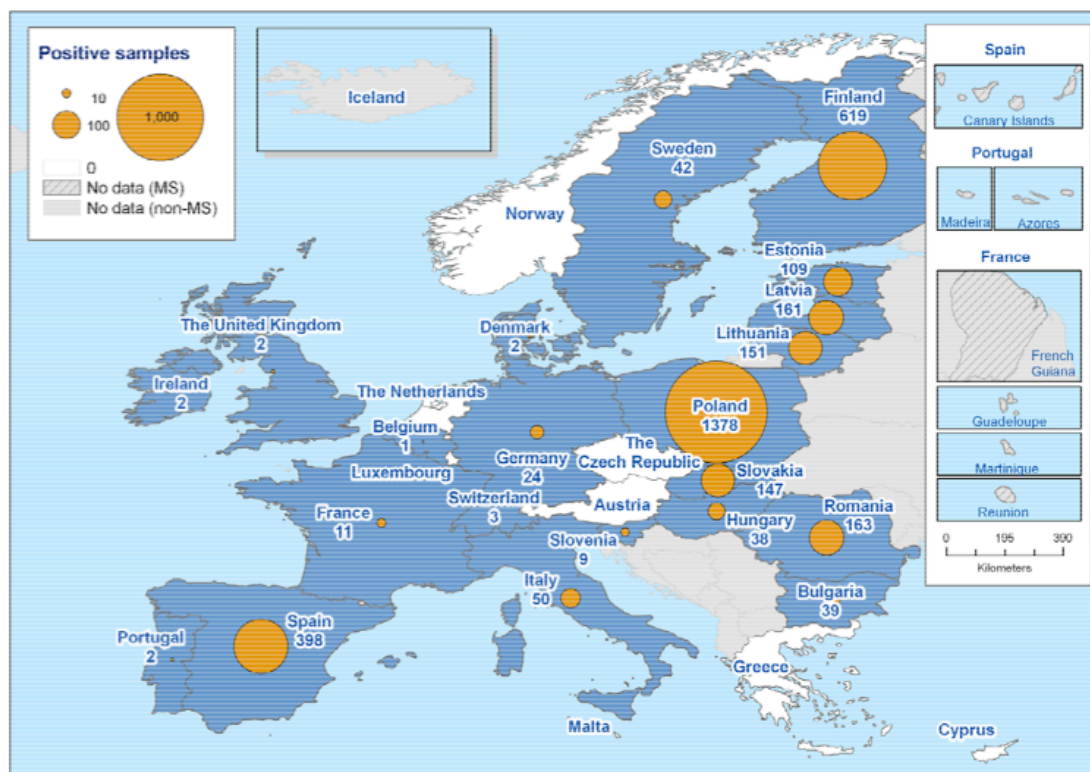
Fuente: EFSA, 2011

**Figura 2.** Distribución en la Unión Europea de *Trichinella spp.* en Jabalíes cazados, 2007-2009.

#### 1.5.4 Otros animales silvestres

En el periodo comprendido entre 2007-2009 el país con mayor presencia de casos positivos en zorros, fue Finlandia con 39.3%, seguido de Eslovaquia con 30.9% y en tercer lugar Letonia con 10.7%. En el caso de los osos, el país que reporto mayor número de casos positivos fue Rumania con más de la mitad de los casos (62.2%), seguido de Estonia (24.4%) y Finlandia (12.2%). En cuanto a los perros mapaches (*Nyctereutes procyonoides*), Finlandia presento la mayor cantidad de casos positivos con 81.3%, seguido de Letonia con 18.7% (ver Figura 3).

Respecto a otros animales silvestres, Finlandia continúa siendo el país con mayor número de casos positivos con 73.0%, seguido de Suecia y Estonia con el 10.1% y 8.3%, respectivamente (EFSA, 2011).



Fuente: EFSA, 2011

**Figura 3.** Distribución en la Unión Europea de *Trichinella spp.* en animales silvestres, 2007-2009.

### 1.5.5 Situación actual de *Trichinella spp.* en humanos en Europa y España

En el año 2009, del total de los 1073 de los casos humanos de *Trichinella spp.* reportados en la Unión Europea, 748 fueron casos confirmados. Bulgaria presentó el mayor número de casos confirmados (407, es decir el 54.4% del total de la Unión Europea), seguido por Rumanía (265 casos confirmados, 35.4%), Lituania (20 casos confirmados, 2.7%) y Polonia (18, 2.4%). Francia, Hungría y Letonia presentaron cada uno 9 (3.6%) y España presentó 7 (0.94%). Países como Alemania, Italia, Eslovenia y Holanda presentaron un único caso confirmado de *Trichinella spp.* cada uno.

De acuerdo a EFSA (2011), en números relativos, se presentaron en Europa 0.16 casos humanos de *Trichinella spp.* por cada 100000 habitantes en 2009 y 0.10 en 2008. En España los casos fueron 0.02 y 0.10, respectivamente. Bulgaria es el país con mayor número de casos confirmados (5.35 por 100000 habitantes), seguido de Rumania (1.23 casos por 100000 habitantes) y Lituania (0.60 casos por 100000 habitantes).

En el periodo comprendido entre los años 2006 a 2009 en general se presentó un leve incremento del total de los casos confirmados en la Unión Europea.



Fuente: EFSA, 2011

**Figura 4.** Tasas de notificación en la Unión Europea de triquinosis en humanos (por cada 100000 habitantes) en 2007-2009.

## 1.6 Vigilancia y legislación

La regulación que se aplica actualmente para el control y prevención de la Triquina en la UE está reunida en el Reglamento (CE) 2075/2005, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquina en la carne.

En España, la triquinosis es una enfermedad de declaración obligatoria, en este sentido la vigilancia para la detección de *Trichina*, se aplica a la carne de cerdos domésticos, jabalíes, caballos y otras especies que puedan estar infectadas para evitar que el nematodo pueda pasar a la cadena alimentaria. Las canales de cerdos domésticos son sometidas a muestreos sistemáticos en mataderos; mientras, las canales de caballos, jabalíes u otras especies de animales sensibles a triquinas son sometidas a muestreos sistemáticos en mataderos o establecimientos de manipulación de carne de caza (Reglamento CE 2075/2005).

En el Anexo 1 del reglamento, se describe que el método de detección oficial es la digestión de muestras colectivas. En este mismo documento, se describen los métodos alternativos, los cuales son:

- Método de digestión de muestras colectivas con asistencia mecánica /técnica de sedimentación.
- Método de digestión de muestras colectivas con asistencia mecánica /técnica de aislamiento por filtración.
- Examen Triquinoscópico.

Un factor importante a tener presente, es el peso de la muestra a ser analizado, que varía entre 1 y 10 g, de acuerdo a la especie. Así mismo, se tiene en cuenta el músculo de elección para tomar la muestra entre los cuales se encuentran: diafragma, masetero, lengua e intercostales (OIE, 2008; Reglamento CE 2075/2005; ICT, 2006).

### **1.7 Revisión de las opiniones de la agencia europea de seguridad alimentaria (EFSA) *Trichinella spp.* en Europa y España (EFSA, 2005a; EFSA, 2005b).**

Los sistemas de producción intensivos de cerdos aplican estrictas prácticas de bioseguridad y manejo, de manera que el nivel de exposición a reservorios de *Trichina* es mínimo. En los últimos años, en los Estados miembros de la Unión Europea se han detectado únicamente la presencia de triquinas en cerdos de traspaso, en sistemas de producción orgánico o en pequeñas granjas familiares.

Cada año realizan millones de pruebas en cerdos industriales, donde en principio no existe la infección. En este sentido, se sugiere clasifiquen las granjas de sistemas intensivos y sean evaluadas para poder ser certificadas como granjas libres de Triquina y la vigilancia en estas granjas, se basaría en un monitoreo continuo que pueda detectar cualquier aumento en la exposición de manera que reducirían los costos derivados de la realización de la prueba diagnóstica.

La EFSA también opina, que es más factible certificar una granja libre al realizarse una demostración de una zona libre, debido a que existen elementos importantes que influyen en la introducción y presentación de la Triquina en un área determinada, como lo es la creciente globalización, el comercio, el constante movimiento de personas y animales.

Adicionalmente, se ha evidenciado que las barreras naturales no son suficientes, debido a que la diseminación de la enfermedad incluye ciertos elementos que no son posibles controlar, mostrándose como ejemplo los casos de Irlanda, Córcega y Cerdeña donde, a pesar de su insularidad, se ha detectado recientemente la enfermedad.

Por otro parte, cabe señalar que el riesgo para el consumidor también se ve influenciado por otro factor, como lo es el procesamiento de la carne de cerdo, evidenciándose que el riesgo se reduce aún más si la carne es tratada con calor o es congelada, es decir el riesgo de infección de *Trichinella spp.* será mayor cuando la carne se consume sin tratar.

Las dos opiniones emitidas por la EFSA describen una serie de recomendaciones, teniendo en cuenta factores, tales como: sistemas de producción en cerdos, diagnóstico, niveles de exposición, procedencia de los cerdos destinados a sacrificio y procesos a que es sometido el producto a ser consumido.

## **2. Objetivos**

### **2.2 Objetivo General**

Valorar la posibilidad de modificar el sistema actual de vigilancia de la Triquina en cerdos en España.

### **2.3 Objetivos específicos**

1. Revisar la legislación del programa de vigilancia de la Triquina en España.
2. Analizar epidemiológicamente los casos de Triquina que se han diagnosticado en España en los últimos años.
3. Demostrar el estatus sanitario de Triquina en la producción porcina industrial de España.
4. Estimar el número mínimo de muestras a ser analizadas anualmente en la población de cerdos industrializados de España para verificar la ausencia de Triquina.



### **3. Materiales y Métodos**

#### **3.1 Análisis comparativo de prevalencia entre Europa y España de casos reportados de Triquina**

En esta sección se describe la prevalencia de casos reportados de Triquina en España y Europa durante los años 2007 a 2009. Para ello se analizaron los informes de zoonosis anuales más recientes publicados por la EFSA. (EFSA, 2010; EFSA, 2011), en los cuales se muestra la información oficial disponible acerca de los casos presentados de *Trichinella spp.*, clasificados por especie (jabalíes de granja, jabalíes silvestres, zorros, otros animales silvestres y humanos), país y año. Posteriormente, se realizó un análisis comparativo de prevalencia entre Europa y España, esta prevalencia fue dada en casos reportados por cada 100.000 animales.

#### **3.2 Análisis de los casos de Triquina que se han diagnosticado en las distintas Comunidades Autónomas en los últimos años (2009-2010)**

Para realizar este análisis se hizo una descripción, interpretación y representación gráfica de la prevalencia en cerdos (sacrificados en matadero y cerdos de matanza domiciliaria), jabalíes y humanos en España, clasificado por Comunidad Autónoma para los años 2009-2010, para la representación gráfica se empleo el software basado en sistema de información geográfica llamado Quantum Gis, versión 1.7.4. partiendo de las siguientes informaciones:

- Número de casos reportados de *Trichinella spp.* para cerdos (sacrificados en matadero y cerdos de matanza domiciliaria) y jabalíes, clasificado por Comunidad Autónoma para los años 2009-2010 cedidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino de España.
- Número total de animales investigados para el diagnóstico de *Trichinella spp.* en cerdos (sacrificados en matadero y cerdos de matanza domiciliaria) y jabalíes, clasificado por Comunidad Autónoma para los años 2009-2010, cedidos por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente de España.

- Casos positivos reportados en humanos de *Trichinella spp.* clasificado por Comunidad Autónoma para los años 2009-2010. Fuente: ISCIII, 2010; ISCII, 2011.

- Censo poblacional en humanos, en España, por Comunidad Autónoma para los años 2009-2010. Fuente: Instituto Nacional de Estadística de España, 2012.

### **3.3 Valoración del estatus sanitario para Triquina en la producción porcina industrial de España.**

Se empleó un modelo probabilístico con la finalidad de diagnosticar si España puede ser declarada como un país libre de Triquina en la población de cerdos industrializados, a partir de información oficial sobre el total anual de cerdos sacrificados procedentes de explotaciones industrializadas durante 12 años (1999-2010). De acuerdo con los criterios de la EFSA, se pretende determinar cuál es la probabilidad de que la enfermedad esté presente. El valor que se ha establecido como límite de detección es que la prevalencia sea de un caso por un millón tal como sugiere la EFSA (EFSA, 2005; EFSA, 2010). A este valor le denominaremos Diseño específico de prevalencia (P\*).

La metodología empleada en esta parte del trabajo se basa en los estudios realizados por Martin *et al.*, 2007; Alban *et al.*, 2008; Cardoen *et al.*, 2010 y Alban *et al.*, 2011, en Bélgica y Dinamarca con el fin de demostrar el estatus sanitario de libre de *Trichinella spp.* En nuestro caso aplicaremos un modelo parecido a la población de cerdos industrializados de España.

Para realizar los cálculos se hace necesario conocer los principios en los cuales se apoya este análisis y que se describen a continuación.

#### **Valor predictivo negativo**

Es la probabilidad de no tener realmente la enfermedad si el resultado de la prueba diagnóstica es negativa (ver Figura 5), como se muestra en la siguiente fórmula:

$$VPN = Pr(D - | T -) = \frac{\text{verdadero negativo}}{\text{verdadero negativo} + \text{falso negativo}} \quad (1)$$

En términos de sensibilidad (Se) y especificidad (Sp), esto se puede expresar de la siguiente manera:

$$VPN = \frac{Sp(1-P)}{Sp(1-P)+(1-Se)P} \quad (2)$$

En nuestro caso, la prevalencia de la enfermedad en la población es usada como una estimación de la probabilidad previa de que un animal este enfermo. El valor de este parámetro varia con el tiempo, de manera que la probabilidad previa, unida a una nueva evidencia (resultado negativo durante un año), permite calcular la probabilidad posterior -del año siguiente- (Martin *et al.*, 2007).

Este mismo principio puede ser aplicado a nivel país, empleando la misma fórmula, asumiendo una especificidad perfecta, como se indica en la siguiente fórmula:

$$Pr(D - | S -) = VPN = \frac{1 - (apriori)}{(1 - apriori) + apriori (1 - SSe)} = \frac{1 - apriori}{1 - apriori \times SSe} \quad (3)$$

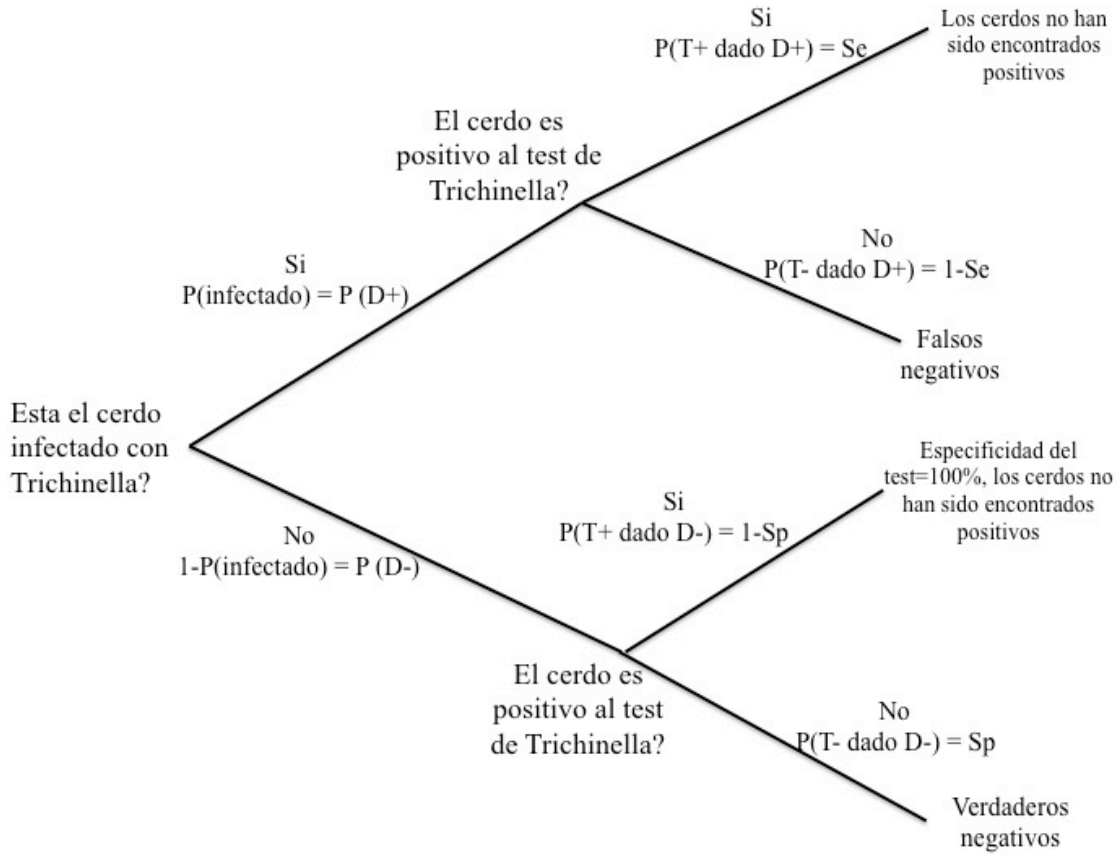
### **Descuento temporal**

Es un modelo basado en la valoración de datos históricos, el cual involucra análisis de resultados de vigilancia para una enfermedad específica (Martin *et al.*, 2007).

Para este modelo se tienen en cuenta los resultados obtenidos al final de cada periodo de tiempo ( $t_p$ ) –en nuestro caso de un año-, para calcular la Sensibilidad del sistema de vigilancia ( $SSe_{t_p}$ ) durante el periodo siguiente, bajo un diseño de prevalencia ( $P^*$ ) determinado. La estimación a priori de probabilidad que la población estuviese infectada se define como  $PriorPinf_{t_p}$  y la probabilidad a posteriori que la población esté libre de la enfermedad recibe el nombre de  $PostPFree_{t_p}$ .

### **Sensibilidad del Sistema de Vigilancia SSe**

Se describe como la capacidad que tiene el sistema de vigilancia de detectar la enfermedad si está presente (Alban *et al.*, 2008; Alban *et al.*, 2011), es decir, la probabilidad de detectar algún positivo en caso de que haya animales infectados.



**Figura 5.** Esquema con las distintas probabilidades que se pueden presentar según la situación real de un animal y los resultados del test diagnóstico.

La SSe se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}
 SSe &= 1 - \prod_{i=1}^D (1 - Se_i) \\
 &= 1 - (1 - Se)(1 - Se) \cdots (1 - Se) \\
 &= 1 - (1 - Se)^D
 \end{aligned} \tag{4}$$

Donde, D es el número mínimo de esperado de enfermos en la población y viene definido por el diseño de prevalencia ( $P^*$ ). Este valor se calcula dividiendo el número de animales sacrificados (N) sobre 1000000, es decir  $D = N \times P^* = \frac{N}{1000000}$ . Se es la sensibilidad del test, en nuestro caso la detección de triquina por medio del método de digestión con un agitador magnético. Según Forbers y Gajadhar (1999), existe una probabilidad de 40% de detectar un nivel de infección de 1 larva por 1 gramo de tejido digerido. Para la simulación siguiendo el mismo criterio que Albán *et al.*, (2008), se utilizó un rango de  $0.4 \pm 0.05$  (0.35 – 0.45) .

Para esta variable se aplicó una distribución Pert, la Distribución Pert tiene en cuenta tres valores: mínimo, más probable y máximo, que en nuestro caso corresponden a 0.35; 0.40; 0.45 respectivamente. El objetivo de realizar esta distribución es obtener un rango de valores que permita obtener una idea más real de la probabilidad estudiada.

### **Pintro**

Es la probabilidad de ser introducida la infección en la población durante un periodo de tiempo. De acuerdo a Alban *et al.*, (2011) en los pasados 25 años en la UE no se han diagnosticado infecciones de *Trichinella spp.* en cerdos industrializados. Por tanto España se incluye dentro de los países con ausencia de la enfermedad para esta población y durante ese periodo de tiempo (1986-2012). Se parte de la hipótesis de que el último brote se presentó en 1986. Por tanto, para el año 1999 el tiempo transcurrido desde el último brote serían 13 años y para el año 2010 sería 24 años.

Posteriormente para cada poder valorar la variabilidad se aplicó una distribución Beta a las probabilidades. La distribución Beta es una distribución probabilística aplicable en un gran número de situaciones que viene definida por dos parámetros (alfa 1 y alfa 2). En este modelo, la aplicamos para calcular la probabilidad de éxito (p) dado un número de éxitos (s) en un número determinado de ensayos independientes (n).

### **Prior P(inf)**

Es la probabilidad de que la población estuviese infectada en un periodo de tiempo (tp), se obtiene de acuerdo al valor emitido del año anterior (PostPinf). Para el año cero se emplea un valor de 0.5, lo cual es un valor neutral y se usa debido a que se desconoce la información de años anteriores.

### **Prior P(free)**

Es el valor complementario (1 - PriorPinf). Es la probabilidad de que la población esté libre de infección en un periodo de tiempo (tp).

### **PostPFree**

Es la probabilidad posterior a un periodo de tiempo de ser una población libre de infección dado un diseño de prevalencia P\*. (Martin *et al.*, 2007)

Se basa en el teorema de Bayes, en el cual se estima la probabilidad de un evento a posteriori ( $\text{PostPFree}_{tp}$ ) por medio de la estimación de la probabilidad de un evento a priori ( $\text{PriorPInf}$ ), en nuestro caso la probabilidad de que la población bajo estudio este infectada.

El  $\text{PostPFree}$  se calcula aplicando la siguiente fórmula y se estima para cada año:

$$\text{PostPFree} = \frac{1 - \text{PriorPInf}_{tp}}{1 - \text{PriorPInf}_{tp} \times \text{SSe}_{tp}} \quad (5)$$

El valor de  $\text{PostPFree}$  indica la probabilidad de que la población estuvo libre de infección en un periodo de tiempo (TP), esto es evaluado de acuerdo al  $P^*$  ( $1/1000000$ ). Dado esto, si el valor obtenido del  $\text{PostPFree}$  es menor a  $P^*$ , se deduce que la infección no está presente; si ocurre lo contrario, es decir que el  $\text{PostPFree}$  obtenido sea igual o mayor a  $P^*$ , significa que la infección está presente. En razón a lo expuesto, el valor del  $\text{PostPFree}$  calculado para cada TP permite hacer la valoración si existe o no la enfermedad año tras año.

### **Post P(inf)**

Es la probabilidad posterior que una población este infectada al final de un año, se calcula restando uno menos el valor obtenido en  $\text{Post P(free)}$  del mismo año.

### **Post P(inf) ajustado y Post P(free) ajustado**

Dadas que todas las probabilidades estimadas anteriormente dependen de un  $P^*$  el estándar por el cual la infección se juzga si está presente o ausente. Esta probabilidad a su vez está condicionada por la posibilidad de que la población estudiada se infecte (Pintro, a partir de animales silvestres o de cerdos de traspatio o criados en extensivo) durante un TP. Este Pintro puede darse en una situación de ausencia completa de infección, o alternatively, por un incremento del nivel de infección a partir de un valor muy bajo de manera que exceda el  $P^*$  durante el TP.

Por lo tanto, la probabilidad que la población esté infectada al final del TP es la estimación al final del  $\text{TP}_{anterior}$  ( $\text{PostPinf}_1$ ) más la probabilidad de introducción de infección durante TP (Pintro), es ajustada por el hecho de que podía estar presente pero sin detectar al final del  $\text{TP}_{anterior}$ , ( $\text{PostPinf}_1 \times \text{Pintro}_2$ ).

Las anteriores afirmaciones se expresan de la siguiente manera:

$$\text{PriorPinf}_2 = \text{PostPinf}_1 + \text{Pintro}_2 - \text{PostPinf}_1 \times \text{Pintro}_2 \quad (6)$$

O en general:

$$\text{PriorPinf}_{tp} = \text{PostPinf}_{tp-1} + \text{Pintro}_{tp} - \text{PostPinf}_{tp-1} \times \text{Pintro}_{tp} \quad (7)$$

Finalmente, se encuentra que **PostP (free)ajustado** = 1 – Post P (inf) ajustado, el cual es el valor final a tener en cuenta como un resultado de varias estimaciones de probabilidad que permitan estimar si hay ausencia y/o presencia de la enfermedad en un periodo de tiempo (Martin *et al.*, 2007).

Para obtener los resultados, se realizó una simulación con 10000 iteraciones empleando el software @Risk versión 6.0 (Palisade Inc.). Este es un Software que trabaja conjuntamente como complemento en Excel de Microsoft Office, se integra completamente con una hoja de cálculo, se comporta como las funciones de Excel y las ventanas de @Risk se enlazan a las celdas de la hoja electrónica. Los resultados y gráficos obtenidos son grabados en la misma hoja en la cual se encuentra el modelo elaborado.

### 3.4 Estimación del número de muestras anuales para el monitoreo de Triquina en España en cerdos industrializados.

Se calculó el número de muestras necesarias que deberían ser analizadas en la población de cerdo industrializado anualmente para asegurar que España es país libre de Triquina (considerando como límite aceptable, una prevalencia de un caso por millón).

Esta estimación se basa en la fórmula empleada para calcular el SSe, de la cual se despejó y obtuvo el valor de N, que corresponde al número de muestras a analizar en una población durante un año específico. Fueron calculados tres diferentes valores de N, a partir de tres SSe: 70%, 95% y 99%, con una sensibilidad del test (Se) de 0.40 y una prevalencia (P\*) fijada en 1/1000000.

$$S_{Se} = 1 - (1 - Se)^D$$

$$S_{Se} + (1 - Se)^D = 1$$

$$(1 - Se)^D = 1 - S_{Se}$$

$$D \text{ LOG } (1 - Se) = \text{LOG } (1 - S_{Se})$$

$$D = \frac{\text{LOG}(1 - S_{Se})}{\text{LOG}(1 - Se)}$$

Donde D es el número de individuos positivos

$$D = N \times P^*$$

$$N = \frac{D}{P^*} \tag{8}$$

Posteriormente, se obtuvo la cantidad a la cual corresponden proporcionalmente estas poblaciones con respecto a la población promedio de cerdos sacrificados anualmente durante los últimos 12 años (32196417 animales).



## 4. Resultados.

### 4.1 Análisis comparativo de prevalencia entre Europa y España de casos reportados de Triquina.

En esta sección, a partir de los datos de vigilancia que se realiza en España mediante los controles oficiales de la presencia de Triquina, basada en la norma 2075/2005, se hizo una comparación de la prevalencia durante los años 2007 a 2009 en cerdos, jabalíes de granja, jabalíes silvestres, zorros y otros animales silvestres y humanos.

**Tabla 2.** Prevalencia de *Trichinella spp.* en España y Unión Europea para los años 2007 a 2010 en cerdo doméstico, jabalíes de granja y jabalíes silvestres.

		2007			2008		
		Pos	Inv	Prev	Pos	Inv	Prev
<b>Cerdo doméstico</b>	<b>España</b>	48	41273693	0.12	77	38897604	0.20
	<b>UE</b>	728	220680358	0.33	1179	217564568	0.50
<b>Jabalíes granja</b>	<b>España</b>	-	-	-	-	-	-
	<b>UE</b>	24	6615	362.80	1	31791	3.15
<b>Jabalíes silvestres</b>	<b>España</b>	103	51718	199.0	182	81248	224.0
	<b>UE</b>	424	443890	95.5	908	663010	137.0
		2009			2010		
		Pos	Inv	Prev	Pos	Inv	Prev
<b>Cerdo doméstico</b>	<b>España</b>	64	39990011	0.16	25	41298565	0.06
	<b>UE</b>	430	201899089	0.21	-	-	-
<b>Jabalíes granja</b>	<b>España</b>	-	-	-	-	-	-
	<b>UE</b>	8	27591	28.99	-	-	-
<b>Jabalíes silvestres</b>	<b>España</b>	104	64557	161.0	115	78827	145.90
	<b>UE</b>	959	580041	165.3	-	-	-

Pos: Positivo; Inv: investigados; Prev: Prevalencia. Prevalencia en casos por 100000 animales

Fuente: (EFSA, 2010; EFSA, 2011)

De acuerdo a los resultados representados en la Tabla 2, en comparación con la prevalencia de la Unión Europea, España muestra una menor prevalencia de *Trichinella spp.* en cerdo doméstico, mientras que en Jabalíes silvestres sucede lo contrario, obteniéndose mayor prevalencia en España que en el resto de países de la Unión Europea.

Durante los años 2007-2009 en España se detectaron 9 casos de triquina en zorros y otros animales silvestres. Una proporción muy inferior a la prevalencia observada en la UE (EFSA, 2010; EFSA, 2011).

**Tabla 3.** Prevalencia de *Trichinella spp.* en España y Unión Europea para los años 2007 a 2009 en zorros y otros animales silvestres.

	<b>Zorros 2007-2009</b>			<b>Otros animales silvestres 2007-2009</b>		
	<b>Inv</b>	<b>Pos</b>	<b>Prev</b>	<b>Inv</b>	<b>Pos</b>	<b>Prev</b>
<b>España</b>	22	1	4545	216967	8	3.7
<b>UE</b>	22979	430	1871	223367	326	145.9

Pos: Positivo; Inv: investigados; Prev: Prevalencia. Fuente: (EFSA, 2011)

En humanos (Tabla 4), los casos confirmados en 2008 de *Trichinelosis spp.* en España fueron de 45 personas (0.1 por cada 100000 habitantes), la cual es una prevalencia similar a la media europea. En el año 2009 hubo en España 9 casos (0.02 por cada 100000 habitantes) mientras que en la UE la incidencia fue de 0.16 (EFSA, 2010).

**Tabla 4.** Casos confirmados de *Trichinellaspp.* por cada 100000 habitantes en España y Unión Europea para los años 2008-2009.

	<b>2008</b>	<b>2009</b>
<b>España</b>	0.1	0.02
<b>UE</b>	0.1	0.16

Fuente: (EFSA, 2010; EFSA, 2011)

#### **4.2 Análisis de los casos de Triquina que se han diagnosticado en las distintas Comunidades Autónomas en los últimos años (2009-2010).**

Las estadísticas de España reflejan la prevalencia de *Trichinella spp.* en dos grupos de cerdos (sacrificados en matadero y cerdos de matanza domiciliaria), en jabalíes y en humanos. En las Tablas 5 y 6 se muestran los datos de los años 2009 y 2010, expresados en casos por 100000 animales y/o humanos según corresponda.

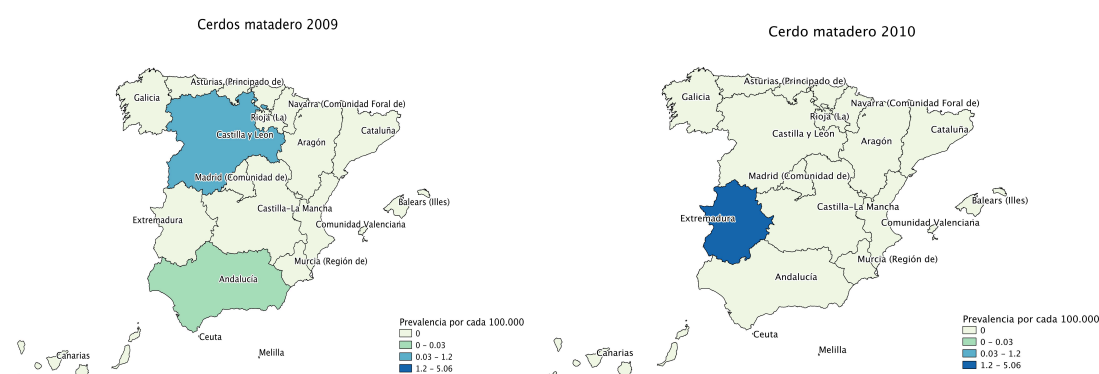
En los años 2009 a 2010, como en años anteriores según los datos descritos anteriormente, la presencia de casos positivos en cerdos de matadero es baja o casi nula y se limita a unos brotes (en Castilla y León y Andalucía en 2009 y en Extremadura en 2010) relacionados con cerdos criados en extensivo (Tabla 5 y Figura 6).

**Tabla 5.** Casos presentados de *Trichinella spp.* en Comunidades Autónomas en cerdos sacrificados en matadero en los años 2009-2010.

Comunidad Autónoma	CM 2009 investigados	Pos 2009	CM 2010 investigados	Pos 2010
Andalucía	3368131	1	3404697	0
Aragón	3154185	0	3404309	0
Principado de Asturias	280364	0	254269	0
Comunidad Valenciana	1410613	0	1455266	0
Canarias	80460	0	93223	0
Cantabria	1636	0	1575	0
Castilla y León	4844878	58	5953898	0
Castilla-La Mancha	3497188	0	3592669	0
Cataluña	16828169	0	17023435	0
Extremadura	656806	0	494158	25
Galicia	1058897	0	834175	0
Islas Baleares	162683	0	159845	0
La Rioja	39940	0	41013	0
Madrid	1050989	0	988763	0
Murcia	2903551	0	3056758	0
Navarra	544103	0	467557	0
País Vasco	47123	0	19251	0

CM: Cerdos sacrificados en matadero

Pos: Positivos



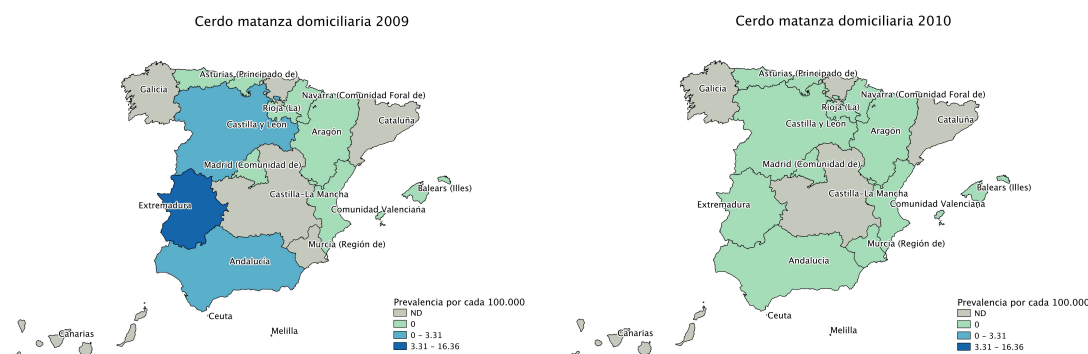
**Figura 6.** Prevalencia de *Trichinella spp.* en cerdos sacrificados en matadero en España, clasificado por Comunidades Autónomas.

Para la población de cerdos de matanza domiciliaria en los años 2009-2010 (Tabla 6 y Figura 7) la prevalencia fue baja, limitándose a 4 casos reportados en las comunidades autónomas de Andalucía y Extremadura en 2009 y ninguno en 2010. Las condiciones de cría de estos animales pueden favorecer el contacto con roedores u otros animales silvestres que pueden influir en la transmisión del parásito.

**Tabla 6.** Casos presentados de *Trichinella spp.* en Comunidades Autónomas en cerdos de matanza domiciliaria en los años 2009-2010.

<b>Comunidades Autónomas</b>	<b>CMD 2009 investigados</b>	<b>Pos 2009</b>	<b>CMD 2009 investigados</b>	<b>Pos 2010</b>
<b>Andalucía</b>	4294	1	5565	0
<b>Aragón</b>	1787	0	1694	0
<b>Principado de Asturias</b>	4658	0	3423	0
<b>Comunidad Valenciana</b>	275	0	219	0
<b>Canarias</b>	0	0	0	0
<b>Cantabria</b>	231	0	197	0
<b>Castilla y León</b>	30249	1	26817	0
<b>Castilla-La Mancha</b>	ND	ND	ND	ND
<b>Cataluña</b>	ND	ND	ND	ND
<b>Extremadura</b>	18343	3	14582	0
<b>Galicia</b>	ND	ND	ND	ND
<b>Islas Baleares</b>	183	0	439	0
<b>La Rioja</b>	104	0	110	0
<b>Madrid</b>	309	0	142	0
<b>Murcia</b>	ND	ND	143	0
<b>Navarra</b>	137	0	373	0
<b>País Vasco</b>	ND	ND	ND	ND

CMD: Cerdos de matanza domiciliaria; Pos: Positivo; ND: No disponible



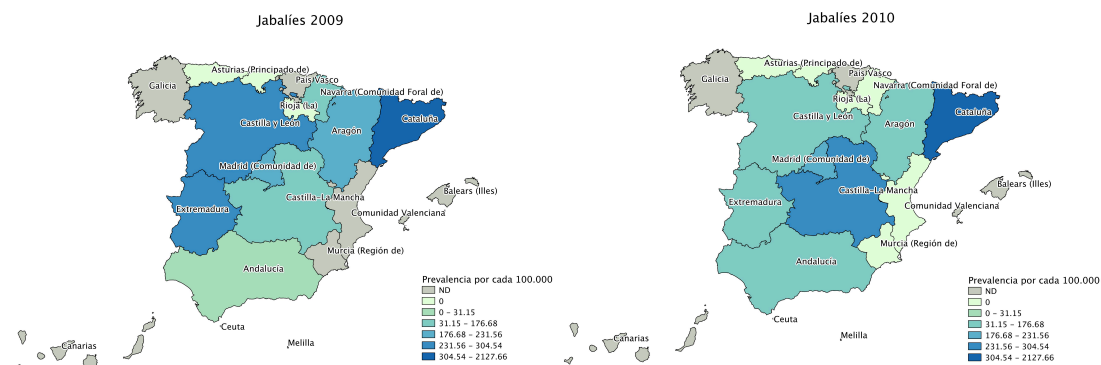
**Figura 7.** Prevalencia de *Trichinella spp.* en cerdos matanza domiciliaria en España, clasificado por Comunidades Autónomas.

Por otro lado, la mayoría de los casos que se diagnostican de triquina en España ocurren en jabalíes. En los años 2009 y 2010, la presencia de triquina en Jabalíes es permanente en la mayoría de comunidades autónomas (Tabla 7 y Figura 8).

**Tabla 7.** Casos presentados de *Trichinella spp.* en Comunidades Autónomas en jabalíes en los años 2009-2010.

Comunidades Autónomas	J 2009 Investigados	Pos 2009	J 2010 Investigados	Pos 2010
Andalucía	19263	6	21006	17
Aragón	4547	10	8028	14
Asturias	2856	0	2642	0
Comunidad Valenciana	0	0	307	0
Canarias	0	0	0	0
Cantabria	413	0	510	0
Castilla y León	5794	15	5887	7
Castilla-La Mancha	15158	21	12979	33
Cataluña	295	6	282	6
Extremadura	12478	38	20977	28
Galicia	ND	ND	ND	ND
Islas Baleares	ND	ND	ND	ND
La Rioja	164	0	370	0
Madrid	3023	7	4546	10
Murcia	ND	ND	22	0
Navarra	566	1	1271	0
País Vasco	ND	ND	ND	ND

J: Jabalíes; Pos: Positivo; ND: No disponible



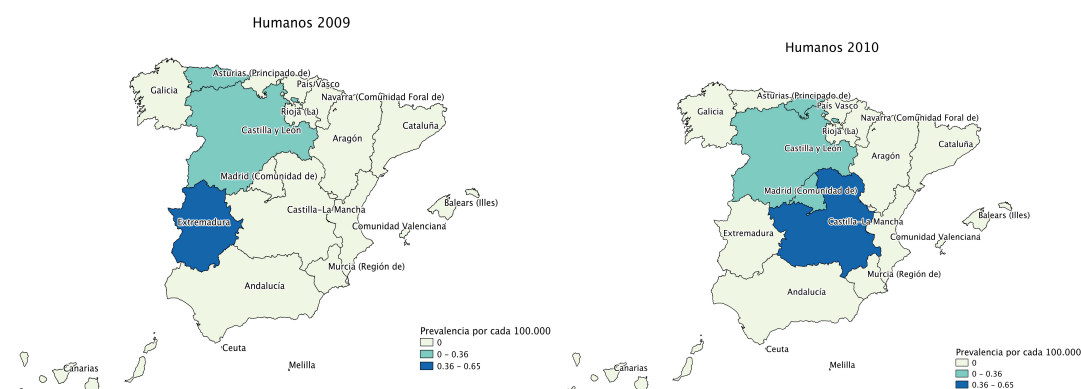
**Figura 8.** Prevalencia de *Trichinella* spp. en cerdos sacrificados en Jabalíes en España, clasificado por Comunidades Autónomas.

**Tabla 8.** Casos presentados de *Trichinella* spp. en Comunidades Autónomas en humanos en los años 2009-2010.

Comunidades Autónomas	H 2009 Investigados	Pos 2009	H 2010 Investigados	Pos 2009
Andalucía	8202579	0	8252612	0
Aragón	1313246	0	1314826	0
Principado de Asturias	1058319	2	1055820	0
Comunidad Valenciana	4994815	0	5003956	0
Canarias	2087579	0	2099395	0
Cantabria	577950	0	578607	1
Castilla y León	2500264	9	2492133	3
Castilla-La Mancha	2034806	0	2045958	11
Cataluña	7301953	0	7331651	0
Extremadura	1082702	7	1083253	0
Galicia	2738933	0	2736914	0
Islas Baleares	1078646	0	1087851	0
La Rioja	314180	0	313234	0
Madrid	6333710	0	6366815	2
Murcia	1459554	0	1467568	0
Navarra	618776	0	621920	0
País Vasco	2138668	0	2140316	0

H: Humanos; Pos: Positivo

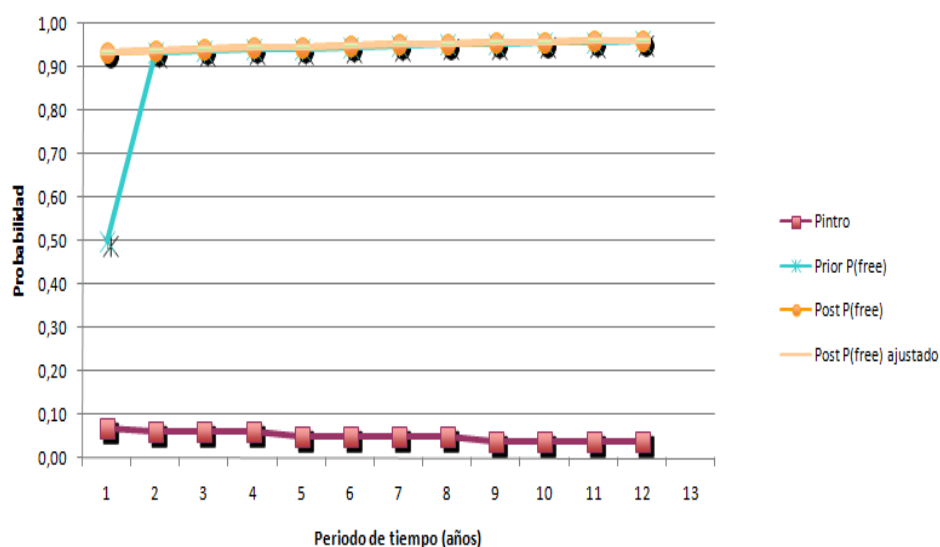
En España se diagnostican anualmente varios casos de triquinosis humana (18 en 2009 y 17 en 2010), basados en la Tabla 8 y en la Figura 9, la mayoría de los casos están relacionados con el consumo de carne de jabalí de caza y en menor medida de cerdos de traspatio, que no han sido sometidos a los controles obligatorios. Las comunidades autónomas de Extremadura y Castilla-La Mancha fueron las que reportaron mayor presencia de casos durante ese periodo.



**Figura 9.** Prevalencia de *Trichinella spp.* en humanos en España, clasificado por Comunidades Autónomas.

#### 4.3 Demostración de estatus sanitario para Triquina en España.

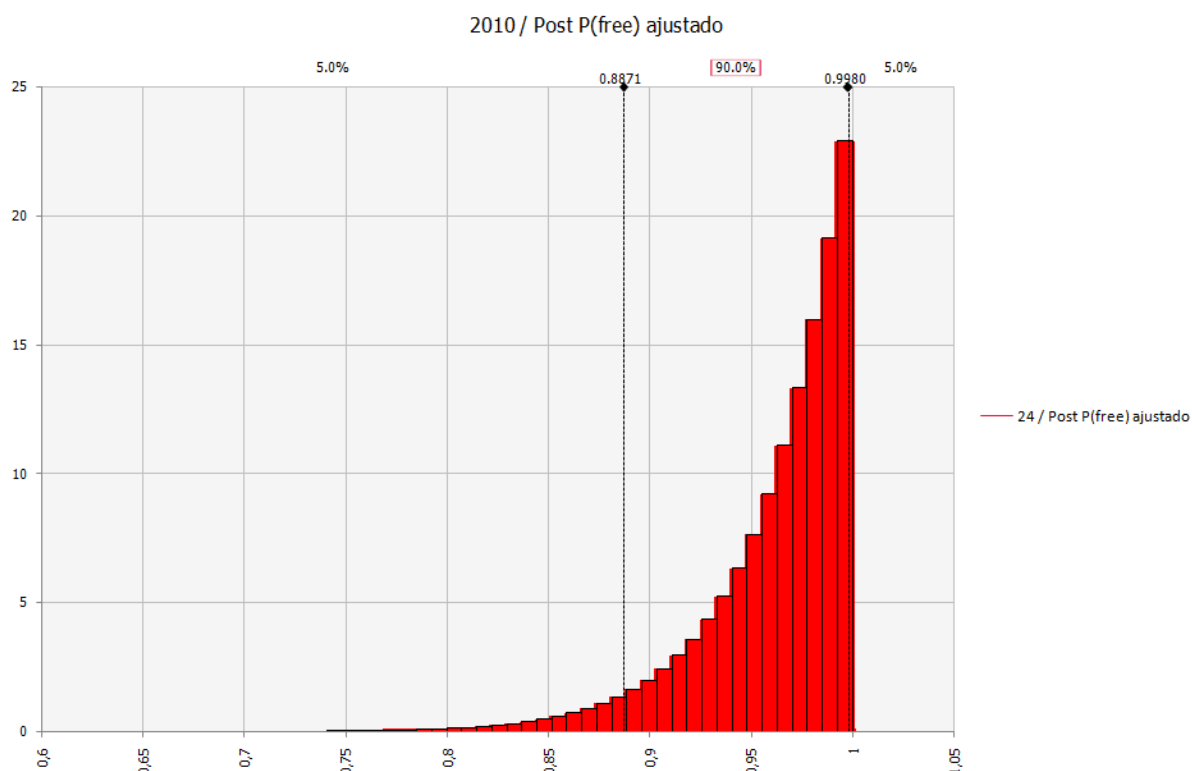
En la siguiente gráfica, se representa la evolución en el tiempo de la probabilidad de que la población de cerdos industrializados en España esté libre de Triquina.



**Figura 10.** Probabilidad de una población ser libre de infección en un diseño de prevalencia  $P^*$  en un sistema de vigilancia en curso por un periodo de 12 años.

La probabilidad de introducción anual (Pintro) en la población de cerdos industrializados se mostró por debajo de un valor de 0.1, durante los 12 años analizados, a medida que el tiempo paso el valor fue cada vez más próximo a cero, siendo estas probabilidades bajas en todos sus momentos, lo cual confirma la ausencia de casos de triquina en la población estudiada. (Figura 10).

Por su parte, el Prior P(free), el PostP(free) y el PostP(free) ajustado se mantuvieron siempre por encima de 0.9 y fueron aumentando gradualmente a lo largo de los años casi a llegar a 1., lo que afianza la probabilidad posterior anual de España, de ser libre de Triquina en la población de cerdos industrializados.



**Figura 11.** Probabilidad de que la población de cerdos criados en granjas industriales esté libre de triquina (PostPFree ajustado) correspondiente al último año bajo estudio (2010).

La Figura 11 se ha obtenido a partir una simulación con 10000 iteraciones realizadas en el software @Risk versión 6.0 (Palisade Inc.), muestra que el Post P(free) ajustado se ubicó en entre 0.887 y 0.998 muy cercano a 1 con una confianza del 90.0%. Este valor indica la probabilidad de que la población sea libre de la enfermedad suponiendo una  $P^*$  de 1 entre un



millón. Por tanto, se confirma la ausencia de la enfermedad ya que la probabilidad de que haya por lo menos un cerdo infectado entre un millón, es de media de 0.0575 y el 90.0% de los casos oscila entre 0.002 y 0.113.

#### **4.4 Estimación del número de muestras anuales para el monitoreo de Triquina en España en cerdos industrializados.**

De acuerdo a la siguiente tabla, se puede conocer el número de muestras que se deberían analizar anualmente y la proporción con respecto al sacrificio actual, empleando tres SSe distintos, en una población de 32196417 animales sacrificados anualmente. Esto indica que del total anual de animales sometidos a análisis durante el sacrificio, solo se analizaría una proporción, cumpliendo el mismo objetivo que es conocer la situación sanitaria actual de la infección.

**Tabla 9.** Número de muestras a analizarse anualmente en una población de 32196417, con cuatro SSe diferentes.

<b>SSe</b>	<b>Número de muestras a analizarse</b>	<b>Proporción con respecto al promedio de sacrificio anual</b>
70%	2356915	7.32%
95%	5864491	18.21%
99%	9015151	28.00%

## 5. Discusión

La *Trichinella* es un nematodo de distribución mundial cuya fase larvaria se localiza en la musculatura de distintos animales. Su consumo causa una zoonosis alimentaria grave, que puede llegar a ser mortal. La vigilancia y control de la *Trichinella* es imprescindible para prevenir la enfermedad en humanos, a partir del consumo de carne de cerdo y sus productos.

Según la Tabla 2, los casos presentados en España y UE en cerdo domestico corresponden a cerdos de traspato, cerdos criados al aire libre y cerdos procedentes de granjas orgánicas. No se han reportando casos positivos de *Trichinella spp.* en población de cerdos industrializados en la UE durante los últimos 25 años (Alban *et al.*, 2011).

En zorros y animales silvestres es mucho más probable la presencia de *Trichinella spp.*, debido principalmente a sus comportamientos carnívoros y carroñeros. Sin embargo, la prevalencia de España a comparación de la UE es bastante baja (Tabla 3).

En relación a la presencia de *Trichinella spp.* en humanos, el aumento de casos reportados en el año 2009 en la UE, se debió al aumento de casos presentados en Bulgaria, Rumania y Polonia atribuidos a diversos brotes por consumo de alimentos infectados. (EFSA,2011)

La presencia de *Trichinella spp.* en la población de cerdos sacrificados en matadero es baja(Tabla 5, Figura 5), los casos presentados en Castilla y León y en Extremadura se atribuyen a brotes, que junto al caso de Andalucía se encuentran relacionados con cerdos criados en extensivo. La ausencia de casos en cerdos criados en sistema intensivo se debe a las condiciones cerradas de alojamiento y las estrictas prácticas de bioseguridad.

Los datos analizados señalan la presencia de *Trichinella spp.* en cerdos de matanza domiciliaria (Tabla 6 y Figura 7) y en jabalíes (Tabla 7 y Figura 8); por tanto, se evidencia el mantenimiento del parásito en estas poblaciones. Particularmente el hábitat de estos animales, favorece la transmisión. Las Comunidades Autónomas, que mostraron mayor presentación de casos positivos en jabalíes fueron Cataluña, Extremadura y en tercer lugar Castilla y León. La mayoría de los casos diagnosticados en humanos pueden relacionarse con la presencia del parásito en estos animales y su consumo sin la realización de las pruebas diagnósticas.

Por otro lado, con el fin de demostrar un estatus sanitario de país libre de *Trichinella spp.*, Dinamarca y Bélgica, aplicaron un modelo probabilístico (Martin *et al.*, 2007), donde basándose en la ausencia de la infección, en un periodo de estudio de 16 años, mostraron un aumento en la probabilidad de ser países libres de *Trichinella spp.* año tras año (Alban *et al.*, 2008, Cardoen *et al.*, 2010). En nuestro estudio, aplicando parte del modelo probabilístico, se demostró la ausencia de la infección en la población de cerdos industrializados en España durante un periodo de estudio de 12 años. La probabilidad de introducción del parásito en los cerdos industriales (Pintro), se mostro cercana a cero. Mientras, la probabilidad de ser población libre de infección (PostPfree) mostró valores cercanos a 1 (ver Figura 10), indicando por tanto una probabilidad muy alta de que la población está libre de la infección

En relación a la Tabla 9, empleando tres SSe diferentes (70%, 95% y 99%) se obtuvo unas proporciones de cerdos sacrificados a analizar de 7.32%, 18.21% y 28%, respectivamente. El SSe obtenido en la vigilancia actual se encontró en un valor de 99.99%, que indica que se vigila toda la población a sacrificar. Mientras que manejando un rango de valores SSe, se disminuye en gran medida la población a analizar, representando una disminución en los costos de vigilancia y manteniendo el control sobre la población. En cuanto al valor de SSe de 70%, el número de muestras disminuye sustancialmente (2356915), pero habría la posibilidad de no cumplir los objetivos, es decir no llegar a detectar un animal positivo en un millón.

Por tanto, se plantea la aplicación de una nueva vigilancia que permita mantener un nivel de detección de prevalencia de un caso entre un millón en la población de cerdos industrializados en España, y al mismo tiempo, se evita el análisis de todos los animales al momento del sacrificio como se realiza actualmente, reduciendo por tanto los costos de una manera importante y favoreciendo que los servicios veterinarios de los mataderos realizasen otras actividades de inspección que redundarían en una mejor higiene alimentaria.

Por otro lado, todos los animales con un riesgo relativamente alto de presencia de Triquina, como lo son los jabalíes, cerdos de traspatio, cerdos criados al aire libre y cerdos procedentes de granjas orgánicas, deberían continuar bajo el sistema de vigilancia actual.

## 6. Conclusiones

Epidemiológicamente la *Trichinella* se encuentra presente en cerdos extensivos, donde se incluyen cerdos de traspatio, cerdos de granjas orgánicas o familiares, también jabalíes y otros animales silvestres como lo son los zorros, entre otros. Por tanto se debería, continuar con la aplicación de las pruebas sobre la totalidad de estos animales para evitar que el nematodo pueda pasar a la cadena alimentaria.

De acuerdo al modelo probabilístico aplicado a la población de cerdos industrializados de España, se logro evidenciar una probabilidad muy alta de ausencia de *Trichinella spp.* en estos animales (entre 0.887 y 0.998). Ello permitirá aplicar un sistema de vigilancia para los cerdos industrializados no exhaustivo, basado en el análisis de una muestra de los animales, lo cual reduciría el costo en relación al de la vigilancia actual.

## 7. Referencias

Alban, L., Boes, J., Kreiner, H., Valentin, J. and Willeberg, P. 2008. Towards a risk-based surveillance for *Trichinella* spp. in Danish pig production. *Preventive Veterinary Medicine*, 87: 340-357.

Alban, L., Pozio, E., Boes, J., Boireau, P., Boué, F., Claes, M., Cook, A. J. C., Dorny P., Enemark, H. L., Van der Giessen, J., Hunt, K. R., Howell, M., Kirjusiana M., Nöckler, K., Rossi, P., Smith, G. C., Snow, L., Taylor, M. A. Theodoropolus, G., Vallée, I., Viera-Pinto, M. M., and Zimmer, I. A. 2011. Towards a standardised surveillance for *Trichinella* in the European Union. *Preventive Veterinary Medicine* 99:148-160.

Anónimo. 2005. Reglamento (CE) nº 2075 DE LA COMISIÓN de 5 de Diciembre de 2005, por el que se establecen normas específicas para los controles oficiales de la presencia de triquinas en la carne. pp: 27.

Cardoen S., Berkvens D., Claes L., Van Gucht S., Dewull J., De Zutter L., Saegerman C. 2010. Evaluation qualitative et quantitative de risque vis-à-vis du parasite *Trichinella* en Belgique: état des lieux et perspectives. *Epidémiologie et santé animal* 57:31-43.

Comisión Internacional de Triquinelosis ICT, 2006. Métodos recomendados para el control de *Trichinella* en animales domésticos y salvajes destinados al consumo humano. pp: 21.

EFSA, 2005a. Opinion of the scientific panel on biological hazards on “Risk assessment of a revised inspection of slaughter animals in areas with low prevalence of *Trichinella*”, *EFSA Journal* 200, 1-411.

EFSA, 2005b. Opinion of the scientific panel on biological hazards on “Feasibility of establishing *Trichinella*-free areas, and if feasible on the risk increase to public health of not examining pigs from those areas for *Trichinella* spp.” *EFSA J* .277, 1-37.

EFSA, 2010. Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008.

EFSA, 2011. The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009 .

Gajadhar, A. A., Scandrett, W. B. and Forbers, L. B. 2006. Overview of food and water-borne zoonotic parasites at the farm level. *Revue Scientifique et Technique. Off. Int. Epiz.*, 25 (2), 595-606.

Gottstein, B., Pozio, E. and Nockler, K. 2009. Epidemiology, Diagnosis, Treatment, and Control of Trichinellosis. *Clinical Microbiology Reviews.*, 22:127-145.

Instituto Nacional de Estadística de España, 2012. <http://www.ine.es/>

ISCIH, Instituto de Salud Carlos III. Centro Nacional de Epidemiología. Volumen anual 2010, Boletín epidemiológico semanal. Madrid. pp:250.

ISCIH, Instituto de Salud Carlos III. Centro Nacional de Epidemiología. Volumen anual 2011, Boletín epidemiológico semanal. Madrid. pp:262.

ISCIH, Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Resultados de la vigilancia epidemiológicas de las enfermedades transmisibles, informe anual 2008. Madrid. pp:117.

ISCIH, Instituto de Salud Carlos III. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Resultados de la vigilancia epidemiológicas de las enfermedades transmisibles, informe anual 2009. Madrid. pp:88.

Martin P.A.J., Cameron A.R., Greiner M., 2007. Demonstrating freedom from using multiple complex data sources 1: A new methodology based on scenario trees. *Preventive Veterinary Medicine* 79: 71-97.

OIE. 2008. Capítulo 2.1.26. Triquinelosis. En: Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres. 5ª edición. Francia. pp: 9.

Pozio, E. 2000. Factors affecting the flow among domestic, synanthropic and sylvatic cycles of *Trichinella*. *Veterinary Parasitology*, 93:241-262.

Pozio, E. 2001. New patterns of *Trichinella* infection. *Veterinary Parasitology* 98: 133-148.

Pozio, E. 2005. The broad spectrum of *Trichinella* hosts: From cold- to warm-blooded animals. *Veterinary Parasitology* 135:3-11.

Pozio, E. and Murrell D. 2006. Systematics and Epidemiology of *Trichinella*. *Advances in Parasitology*, 63:368-439.

Pozio, E. and Zarlenga, D. S. 2005. Recent advance on the taxonomy, systematics and epidemiology of *Trichinella*. *International Journal for Parasitology*, 35: 1191-1204.

Pozio, E., Rinaldi, L., Marucci, G., Musella, V., Galati, F., Cringoli, G., Boireau, P., and La Rosa, G. 2008. Hosts and habitats of *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in Europe. *International Journal for Parasitology* 39:71-79.

Rodriguez, E., Rodriguez, M., Nieto, J., Ubeira, F. y Gárate, T. 2004. Revisión de los brotes de Triquinelosis detectados en España durante 1990-2001. *Enferm Infecc Microbiol Clin* 22: 71-76.

Rojo, F. 2008. Aspectos históricos sobre la Triquinelosis. Real academia de medicina y cirugía de Valladolid. Valladolid. pp: 93.